

Received: 14 October 2019, Accepted: 13 December 2019, Published 27 December 2019

**PENDIDIKAN TEKNOLOGI MULTIDISIPLIN: MENGENALI SEL FUEL DENGAN
PENDEKATAN PEMBELAJARAN BERASASKAN PERMAINAN**

*(Multidisciplinary Technology Education: Introducing Fuel Cell with Game-Based
Learning)*

**Umi Azmah Hasran
Nur Fadhilah Abdul Jalil
Wan Ramli Wan Daud
Institut Sel Fuel,
Universiti Kebangsaan Malaysia**

**Rossen Din
Fakulti Pendidikan,
Universiti Kebangsaan Malaysia**

**Siti Fadzilah Mat Noor
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina,
Universiti Kebangsaan Malaysia**

Abstrak

Penguasaan pemahaman dan pengetahuan dalam bidang pendidikan teknologi multidisiplin kini telah menjadi tumpuan utama terutamanya bagi pelajar-pelajar di Malaysia. Pembelajaran berasaskan permainan dijangka berpotensi tinggi untuk memudahkan penerimaan pendidikan teknologi multidisiplin di sekolah-sekolah. Kajian ini membincangkan keperluan mendesak untuk pencapaian pelajar dalam mata pelajaran multidisiplin dengan memberi fokus kepada sel fuel, iaitu sebuah teknologi bersih berbentuk multidisiplin yang menjanjikan pelepasan sifar gas rumah hijau yang menjadi sasaran Malaysia. Memahami topik sel fuel di peringkat sekolah dipercayai dapat meningkatkan penerimaan orang ramai dalam mewujudkan ekonomi masa depan, modal insan yang diperlukan dalam sektor teknologi multidisiplin, dan kesedaran masyarakat terhadap

alam sekitar. Walaubagaimanapun, modul pembelajaran sel fuel masih belum dibangunkan dengan sistematik dan tersusun di Malaysia. Oleh itu, satu tinjauan ke atas responden yang terdiri daripada 120 pelajar berusia 14 tahun dari tiga buah sekolah menengah terpilih di Selangor telah dijalankan. Keputusan tinjauan menunjukkan bahawa responden kurang pengetahuan asas tetapi mempunyai penerimaan yang baik dan minat tinggi untuk menggunakan aplikasi permainan mudah alih sebagai alat dalam pendekatan pembelajaran berasaskan permainan untuk memahami tentang sel fuel dan teknologi karbon rendah.

Kata kunci: Aplikasi mudah alih, Pendidikan sel fuel, Permainan digital, STEM, Tenaga hidrogen

Abstract

The acquisition of knowledge in the field of multidisciplinary technology education has now become a major focus especially for Malaysian students. In order to motivate and engage learning experiences in schools, game-based learning has the potential in facilitating multidisciplinary technology education. This research discusses the urgent need for students' achievements in multidisciplinary subjects and fuel cell was chosen as the focus. Fuel cell, a multidisciplinary subject, is a promising clean technology that has attracted considerable attention to achieve zero emission of greenhouse gases in Malaysia. Understanding the topic of fuel cell can ensure public acceptance in order to create future economy, sustain the required human capital, and increase environmental awareness. However, a fuel cell learning module is yet to be developed in Malaysia. Subsequently, a need analysis was conducted through a survey using a set of questionnaires to respondents comprising 120 students aged 14 years from three selected secondary schools in Selangor. The survey shows that the respondents lack basic knowledge but displayed good acceptance and high interest to use mobile game application as the preferred tool in game-based learning in order to understand about fuel cell and low carbon awareness.

Keywords: Digital games, Fuel cell education, Hydrogen energy, Mobile apps, STEM

1. PENGENALAN

Tren semasa yang terlibat integrasi antara pelbagai bidang, ataupun multidisiplin, seperti STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik) merupakan antara pendekatan pembelajaran abad ke-21 yang kini giat dilaksanakan di semua peringkat persekolahan di Malaysia. Berdasarkan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (PPPM 2013-2025) telah menggariskan tentang penekanan pendidikan multidisiplin ini melalui pelbagai aktiviti kurikulum

dan kurikulum dengan kerjasama daripada pelbagai pihak yang berkepentingan (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013). Ini bertujuan bagi menarik minat dan menggalakkan pelajar untuk menceburi bidang teknologi multidisiplin sebagai pilihan kerjaya mereka.

Sehubungan dengan itu, kajian ini membincangkan keperluan mendesak untuk pencapaian pelajar dalam mata pelajaran multidisiplin dengan memberi fokus kepada sel fuel, iaitu sebuah teknologi tenaga alternatif berbentuk multidisiplin yang menjanjikan pelepasan sifar gas rumah hijau yang menjadi sebahagian daripada sasaran Malaysia untuk menjadi sebuah negara neutral karbon menjelang tahun 2050.

1.1. Mengapa perlu belajar tentang sel fuel?

Penggunaan bahan api fosil seperti petroleum sebagai sumber tenaga dalam pelbagai keperluan harian terutamanya dalam industri pengangkutan merupakan salah satu penyumbang utama kepada pelepasan gas karbon dioksida ke udara (Al-Amin et al. 2016). Pelepasan gas karbon dioksida yang berlebihan akan mengundang pelbagai isu alam sekitar yang negatif seperti menyebabkan kesan rumah hijau, bencana alam, dan pencemaran alam sekitar sekiranya tidak dibendung daripada awal (Elmer et al. 2015). Malaysia juga telah mengorak langkah dengan mengambil inisiatif untuk berusaha mengurangkan peratus pelepasan gas karbon dioksida ke udara sehingga 40% pada tahun 2030 (Khor & Lalchand 2014).

Sel fuel merupakan teknologi tenaga alternatif yang dapat menukarkan tenaga kimia kepada tenaga elektrik (Sulaiman et al. 2015). Namun begitu, terdapat jenis fuel yang digunakan oleh sel fuel, contohnya seperti metanol, yang masih menyebabkan pelepasan karbon dioksida ke udara pada kadar yang sangat rendah sebagai bahan sampingan. Dengan menggunakan gas hidrogen sebagai fuel, sel fuel adalah merupakan teknologi karbon sifar yang menghasilkan air sebagai bahan sampingan. Oleh itu, sel fuel hidrogen telah diperkenalkan sebagai suatu teknologi yang bebas daripada pelepasan gas karbon dioksida, yang mana ia bersih dan selamat digunakan untuk alam sekitar (Academy of Science Malaysia 2017).

Teknologi sel fuel merupakan salah satu teknologi hijau yang efisien dan kian mendapat tempat di pelbagai negara maju serta negara membangun seperti Amerika Syarikat, Jepun dan Korea Selatan (Xu et al. 2017). Teknologi sel fuel bukan sahaja dapat membekalkan tenaga elektrik dalam bidang industri malah boleh juga diaplikasikan untuk pelbagai kegunaan seperti

sumber bekalan kuasa bagi peralatan mudah alih, stesen penjana kuasa, dan untuk kegunaan dalam bidang pengangkutan (Al-Amin et al. 2016; Sulaiman et al. 2015; Xu et al. 2017).

1.1.1. Teknoogi sel fuel untuk keperluan tenaga masa depan

Melihat kepada impak positif yang diberikan oleh teknologi sel fuel ini, maka Akademi Sains Malaysia telah mengatur pelbagai rangka kerja dengan tujuan untuk memberi pendedahan mengenai teknologi sel fuel secara umumnya bertujuan bagi memastikan teknologi ini dapat diterima oleh pihak berkepentingan terutamanya pihak kerajaan, industri, dan masyarakat (Academy of Science Malaysia 2017). Sekiranya masyarakat lebih memahami kepentingan dan kelebihan teknologi sel fuel, maka akan meningkatlah permintaan terhadap penggunaan teknologi ini di Malaysia pada masa akan datang (Al-Amin et al. 2016). Keadaan ini sekali gus akan menyumbang terhadap peningkatan ekonomi dan keperluan tenaga pakar dalam bidang sel fuel.

Terdapat pelbagai kerjaya yang menjanjikan dalam bidang teknologi sel fuel seperti jurutera mekanik, kimia dan elektrik, ahli kimia, juruteknik makmal, pekerja kilang, pengendali loji kuasa, juruteknik produksi hidrogen, dan banyak lagi (Curtin et al. 2016). Oleh itu, keadaan ini menjadi satu perkara yang perlu diambil perhatian serius bagi memastikan keperluan modal insan, terutamanya dalam bidang sel fuel ini, mencukupi pada masa akan datang. Maka wajarlah pendedahan tentang teknologi sel fuel dipergiatkan terutamanya kepada generasi muda kerana mereka merupakan antara pengguna sasaran teknologi ini pada masa akan datang (Hardman et al. 2017; Reijalt 2010).

1.1.2. Meningkatkan kesedaran alam sekitar

Antara kelemahan utama dalam mengaplikasikan teknologi hijau adalah apabila kurangnya sambutan dan permintaan daripada masyarakat umum (Petinrin & Shaaban 2015). Oleh itu, salah satu fokus utama kerajaan dalam Rancangan Malaysia Kesebelas (2016-2020) adalah untuk memperkukuhkan usaha menggalakkan pertumbuhan teknologi hijau (Eleventh Malaysia Plan 2015). Pelbagai inisiatif dirancang dan dilaksanakan melalui program komunikasi, pendidikan, dan kesedaran awam (CEPA) bagi menimbulkan rasa tanggungjawab bersama dan kesedaran alam sekitar di kalangan semua pihak berkepentingan termasuk pihak kerajaan, sektor akademik, badan bukan kerajaan (NGO), dan juga masyarakat.

Dengan adanya pengetahuan dan kesedaran tersebut, terutamanya tentang kesan sesuatu teknologi terhadap alam sekitar, dijangka akan membawa kepada perubahan dalam pemikiran, tingkah laku dan tabiat masyarakat ke arah lebih menghargai serta melindungi alam sekitar (Reijalt 2010). Oleh itu, pendidikan yang mengkhusus kepada teknologi sel fuel di harap dapat meningkatkan lagi kesedaran secara umum mengenai kepentingan teknologi karbon rendah dan karbon sifar dalam melindungi alam sekitar serta dapat mempengaruhi generasi akan datang untuk mengamalkan penggunaan teknologi hijau dan bersih demi masa depan dunia yang lebih cerah.

1.1.3. Pendidikan sel fuel di Malaysia

Pada masa ini, pendidikan sel fuel di Malaysia adalah pada peringkat pendidikan tinggi di universiti awam yang terpilih sahaja seperti di Institut Sel Fuel, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) dan di Pusat Tenaga Hidrogen, Universiti Teknologi Malaysia (UTM) (Daud 2006). Isi kandungan pendidikan sel fuel adalah melibatkan pembelajaran topik multidisiplin yang terdiri daripada subjek seperti reka bentuk, kejuruteraan, dan kimia (Nowotny et al. 2014). Walaupun pendidikan sel fuel di Malaysia masih belum dipelajari secara formal pada tahap pendidikan sekolah rendah mahupun menengah, namun begitu sebenarnya ada isi kandungan subjek-subjek tertentu yang merangkumi asas bagi pendidikan sel fuel.

Jadual 1 menunjukkan ringkasan beberapa subjek yang dapat dikaitkan dengan pendidikan sel fuel (Malaysia Ministry of Education 2003, 2003, 2006, 2006, 2006, 2012 2015). Bahagian Pembangunan Kurikulum daripada Kementerian Pendidikan Malaysia telah merancang pelbagai inisiatif dalam mengintegrasikan bidang multidisiplin bermula seawal sekolah rendah lagi. Subjek seperti "Reka bentuk dan teknologi" telah mula diperkenalkan dari usia muda bagi memupuk kemahiran kejuruteraan, dan teknologi kepada para pelajar. Selain daripada itu, pelajar juga telah mula didedahkan kepada proses membina dan membangunkan projek dalam skala kecil bagi melatih para pelajar mengaplikasikan gabungan pengetahuan sedia ada dan baru yang diperolehi. Pelajar juga dilatih mengasah kemahiran berfikir secara kreatif dan kritis bagi menggalakkan mereka mencipta inovasi baru dalam teknologi agar dapat diguna pakai dalam kehidupan seharian mereka.

Jadual 1: Ringkasan subjek yang berkaitan teknologi sel fuel berdasarkan kurikulum sekolah Malaysia.

Peringkat (Umur)	Objektif pembelajaran
Darjah 1 (7 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Mereka bentuk objek dengan mengaplikasikan pengetahuan tentang bahan
Darjah 2 (8 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengaplikasikan pengetahuan dalam memasang komponen bagi set pembinaan berdasarkan manual pengguna
Darjah 3 (9 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang dan membuka set pembinaan mekanikal berbantuan manual pengguna
Darjah 4 (10 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Membangunkan projek berasaskan bahan bukan logam dengan litar elektrik • Menerangkan kepentingan inovasi teknologi baru bagi kehidupan yang sejahtera
Darjah 5 (11 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Membangunkan projek berasaskan bahan logam dengan litar elektrik • Menerangkan kepelbagaian sumber tenaga dalam kehidupan. • Memahami tenaga boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui
Darjah 6 (12 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Membangunkan projek berasaskan logam, bukan logam dan elektrokimia • Mereka bentuk model bagi mesin kompleks dengan menggabungkan konsep sains seperti elektrik, pecutan, magnet dan cahaya
Tingkatan 1 (13 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenalan terhadap kepelbagaian elemen di sekeliling • Pendedahan tentang kepentingan reka bentuk, estetik dan teknologi
Tingkatan 2 (14 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan komposisi air, menguji kehadiran gas hidrogen dan oksigen
Tingkatan 3 (15 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Menerangkan tindak balas antara logam dan bukan logam
Tingkatan 4 (16 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami elektrolisis, mensintesis siri kereaktifan logam • Memahami penghasilan tenaga elektrik melalui tindak balas kimia • Memahami sifat elektrolit, bukan elektrolit • Menganalisis elektrolisis bagi sebatian leburan, larutan akueus • Menilai aplikasi elektrolisis dalam industri
Tingkatan 5 (17 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis tindak balas redoks dalam sel elektrolisis dan sel kimia. • Menilai perubahan tenaga dalam tindak balas kimia.

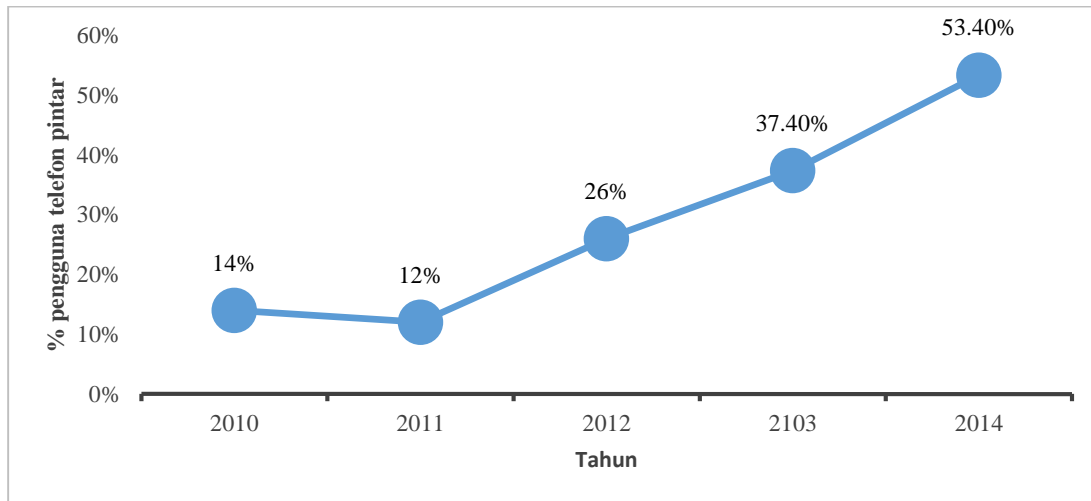
1.2 Bagaimana cara belajar sel fuel?

Proses pembelajaran di universiti masih lagi mengamalkan pendekatan secara konvensional seperti pelajar perlu menghadiri kuliah dan kelas tutorial serta menjawab ujian atau peperiksaan (Yap et al. 2016). Namun pendekatan pembelajaran seperti ini dilihat tidak lagi relevan terutamanya kepada para pelajar sekolah yang kian terdedah kepada penggunaan teknologi (Yong et al. 2016). Proses pembelajaran berbantuan teknologi telah terbukti dapat menggalakkan proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah difahami terutamanya bagi topik-topik yang lebih rumit dan sukar difahami (Hussain et al. 2014; Lay & Osman 2018) dan boleh diguna pakai untuk mempelajari teknologi sel fuel.

1.2.1 Pendekatan pembelajaran berasaskan teknologi

Perkembangan dalam bidang teknologi masa kini telah membuka peluang yang lebih besar untuk diaplikasikan dalam pendekatan pembelajaran bagi memastikan proses penyampaian dan penerimaan maklumat kepada pelajar dapat berlaku dengan berkesan. Dengan bantuan teknologi seperti telefon pintar, tablet, mahupun komputer riba menyebabkan pelajar dapat meneroka proses pembelajaran tidak kira di mana sahaja sama ada di dalam kelas mahupun di rumah (Martin & Ertzberger 2013). Pendekatan pembelajaran berasaskan teknologi juga boleh diguna pakai dalam menyokong pembelajaran secara formal dan tidak formal. Ini kerana pelajar berupaya mengawal sendiri rentak dan proses pembelajaran sekali gus menyediakan suasana pembelajaran yang lebih efisien dan berkesan (Hwang & Wu 2012).

Penggunaan teknologi mudah alih bagi generasi muda kini adalah tidak asing lagi dalam kehidupan seharian mereka. Ini dibuktikan melalui kajian oleh Suruhanjaya Komunikasi dan Multimedia Malaysia (2010 - 2014) yang telah melaporkan bahawa sebanyak 27.8% pelajar yang berumur dari 13 – 15 tahun memiliki dan menggunakan telefon pintar setiap hari dan kira-kira tiga perempat pengguna (71.4%) sentiasa menyemak telefon bimbit mereka walaupun ia tidak berdering (Malaysian Communications and Multimedia Commission 2015). Statistik penggunaan telefon pintar di Malaysia juga semakin meningkat dari tahun ke tahun, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Sehubungan dengan itu, penggunaan teknologi mudah alih seperti telefon pintar ini seharusnya digunakan sepenuhnya ke arah yang lebih bermanfaat dan boleh meningkatkan pengetahuan berbanding hiburan semata-mata (Jacobs 2013).



Rajah 1: *Peratus pengguna telefon pintar di Malaysia 2010-2014*

1.2.2 Pembelajaran berasaskan permainan

Jadual 2 menunjukkan antara contoh aplikasi permainan mudah alih yang menerapkan pendekatan pembelajaran berasaskan permainan bagi beberapa topik yang mensasarkan kepada pelbagai kumpulan sasaran. Pembelajaran berasaskan permainan telah terbukti menjadi alat bantu mengajar yang berguna dan berkesan dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan pelajar dalam proses pembelajaran (Pesare et al. 2016; Yue & Abdullah 2015). Proses pembelajaran melibatkan permainan ini dipercayai boleh merangsang perkembangan kognitif pelajar kerana ia akan melibatkan pelbagai aktiviti seperti rangsangan motor, penggunaan pelbagai bahasa dan kemahiran supaya mereka boleh mula membina pengetahuan dan kefahaman mereka sendiri dan potensi mereka (Furió et al. 2013). Oleh itu, dengan belajar sambil bermain akan memberikan respons terhadap kognitif, emosi dan motor pelajar sekaligus menggalakkan pembelajaran secara aktif dan menyeluruh (Girard et al. 2013).

Pembelajaran berasaskan permainan juga menggalakkan penerokaan bebas pelajar dalam menyelesaikan tugas atau masalah yang diberikan kepada mereka. Ini kerana permainan mempunyai keupayaan untuk menjadikan pembelajaran lebih menghiburkan dan dapat meningkatkan motivasi pelajar tanpa menjejaskan proses pengajaran dan pembelajaran yang sedang berlangsung (Girard et al. 2013; Kurkovsky 2013; Pesare et al. 2016). Selain daripada itu, isi kandungan sesuatu mata pelajaran yang sukar untuk difahami dan digambarkan juga dapat disampaikan dengan mudah kepada pelajar melalui interaksi visual dan animasi (Furió et al. 2013; Hssina et al. 2014). Dengan mewakili sesuatu konsep atau fakta dengan visual yang ringkas seterusnya digabungkan dengan unsur-unsur permainan akan membolehkan

pelajar lebih mudah membina kefahaman walaupun selalunya tidak mempunyai hubungan dengan kehidupan seharian mereka (Figueiredo & Bidarra 2015; Tili et al. 2016).

Permainan juga dapat menyediakan persekitaran pembelajaran yang mana pelajar digalakkan menggunakan kemahiran seperti berfikir secara kritis bagi menyelesaikan sesuatu masalah (Hssina et al. 2014; Waiyakoon et al. 2015). Ini kerana, elemen-elemen dalam permainan menyediakan misi serta pelbagai cabaran dan halangan yang perlu diselesaikan bagi melengkapkan proses pembelajaran (Figueiredo & Bidarra 2015).

Jadual 2: Contoh aplikasi pembelajaran berasaskan permainan

Nama permainan (Rujukan)	Tujuan pembelajaran	Sistem operasi	Kumpulan sasaran
"Science Soldier", (Tili, 2016)	Mempelajari Seni bina Komputer	Android	Prasiswazah
"Guardians of the Mo'o" (Liu et al., 2016)	Mempelajari bahasa Inggeris sebagai bahasa kedua	IOS (iPad)	Pelajar negara asing
Waiyakoon et al. (2015)	Meningkatkan kemahiran konsep matematik	Android	Kanak-kanak yang mempunyai masalah pembelajaran
"Adventures in the Guadiana River" (Figueiredo & Bidarra, 2015)	Mempelajari kajian alam sekitar	iOS & Android	Pelajar (9 - 10 tahun)
"Edugame" (Hssina et al., 2014)	Mempelajari pembinaan perkataan, pengiktirafan huruf atau operasi matematik	Android	Pelajar (3-7 tahun)
Furió et al. (2013)	Memberi pengetahuan tentang kepelbagaian budaya, perpaduan dan toleransi	iOS (iPhone)	Pelajar (8-10 tahun)

2. KAJIAN TINJAUAN PELAJAR

Satu kajian tinjauan telah dijalankan dengan menggunakan soal selidik bagi mengkaji pengetahuan pelajar tentang sel fuel serta tahap kesedaran terhadap pelepasan rendah karbon. Selain daripada itu, tujuan kajian ini juga adalah bagi mendapatkan tinjauan tentang penerimaan pelajar terhadap penggunaan aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sebagai alat bantu mengajar yang akan dibangunkan bagi modul pembelajaran sel fuel.

2.1. Metodologi

Berdasarkan tujuan kajian ini, hasil dapatan kajian tinjauan ini akan digunakan bagi menentukan kandungan bahan pembelajaran bagi modul pembelajaran sel fuel yang sesuai dengan tahap pengetahuan kumpulan sasaran. Oleh itu, bilangan responden kajian adalah bergantung kepada keperluan pengkaji yang mana sampel yang dipilih dapat memberi maklumat dalam pembangunan modul pembelajaran (Ali & Mahamod 2017; Lee & Osman 2014). Perbezaan jantina, kaum dan latar belakang sosial bagi sampel kajian tinjauan ini tidak ditekankan kerana bukan menjadi fokus utama dalam kajian tinjauan ini. Sehubungan dengan itu, kaedah persampelan bertujuan digunakan bagi memilih responden kajian ini berdasarkan ciri-ciri yang hampir sama dengan kumpulan sasaran (Darussalam & Hussin 2016). Antara ciri-ciri responden yang terpilih ialah pelajar tingkatan 2 yang berumur 14 tahun, bersekolah di sekolah menengah kebangsaan, dan telah mempelajari subjek Sains bagi topik "Udara". Oleh itu, responden kajian ini adalah terdiri daripada seramai 120 orang pelajar tingkatan 2 yang berumur 14 tahun daripada 3 buah sekolah terpilih di sekitar Selangor. Jadual 3 menunjukkan rumusan tentang demografi responden kajian berdasarkan sekolah, jantina dan kaum.

Kajian tinjauan ini dijalankan dengan mengedarkan satu set soal selidik yang telah diadaptasi daripada (Norkhaidi et al. 2017) dan diubahsuai agar sesuai dengan kumpulan responden. Soal selidik ini adalah gabungan soalan pelbagai pilihan jawapan dan soalan bentuk jawapan terbuka yang terdiri daripada dua bahagian iaitu a) pengetahuan pelajar terhadap sel fuel dan kesedaran pelepasan rendah karbon serta b) penerimaan pelajar terhadap aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sel fuel. Dapatan daripada kajian ini dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan SPSS Versi 23 dengan mengukur peratus, kekerapan, dan min pengetahuan pelajar mengenai sel fuel dan kesedaran rendah karbon. Selain itu, penerimaan pelajar terhadap modul pembelajaran sel fuel dengan menggunakan aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sebagai alat bantu mengajar juga diukur.

Jadual 3: *Demografi responden kajian*

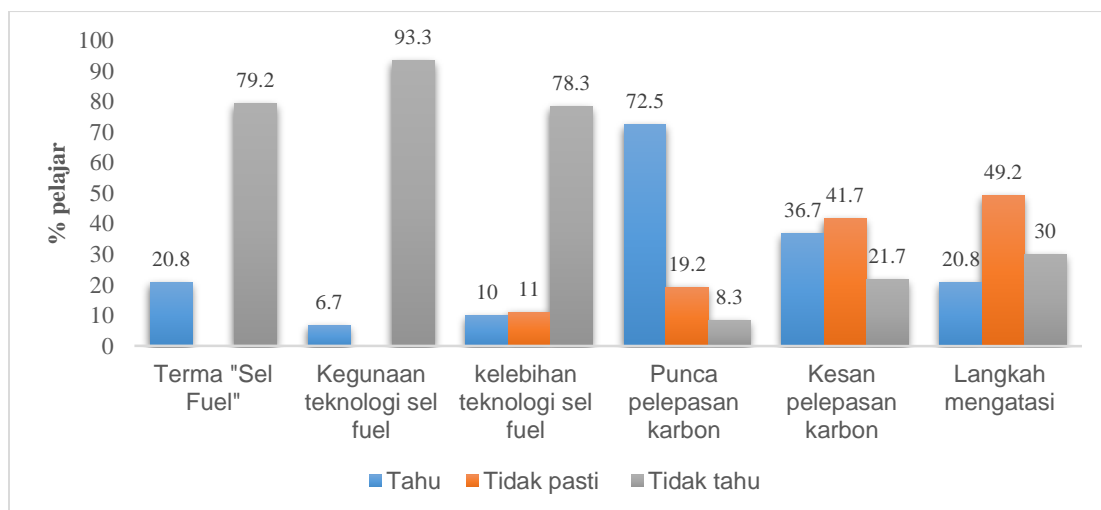
Sekolah	Jantina	Kaum			Jumlah
		<i>Melayu</i>	<i>Cina</i>	<i>India</i>	
SMK Kepong	L	5	13	4	52
	P	15	14	1	
SMK Seri Indah	L	15	4	0	38
	P	11	8	0	

SMK Syeksen 4, Bandar Kinrara	L	8	4	2	30
	P	12	4	0	
Jumlah keseluruhan					120

2.2. Keputusan

Dapatan data dibahagikan kepada dua bahagian iaitu a) pengetahuan pelajar terhadap sel fuel dan kesedaran pelepasan rendah karbon serta b) penerimaan pelajar terhadap aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sel fuel. Daripada Rajah 2, dapat dipastikan bahawa 79.2% pelajar tidak pernah mendengar dan mengetahui terma "Sel Fuel", 93.3% pelajar menyatakan tidak mengetahui tentang kegunaan teknologi sel fuel, dan 78.3% pelajar tidak mengetahui tentang kelebihan sel fuel sebagai salah satu teknologi alternatif dalam mengurangkan pelepasan karbon ke udara.

Namun begitu, sebanyak 72.5% pelajar didapati dapat menjawab soal selidik berkaitan punca pelepasan karbon ke udara. Ini adalah kerana pelajar-pelajar ini telah didedahkan dengan pengetahuan tentang punca pencemaran udara yang disebabkan oleh pelbagai aktiviti manusia dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) bagi subjek Sains Tingkatan 1 topik "Udara". Walau bagaimanapun, 41.7% pelajar mengatakan tidak pasti tentang apakah kesan pelepasan karbon terhadap alam sekitar manakala 49.2% pelajar pula memberi jawapan yang terlalu ringkas dan umum seperti "menguatkuasakan undang-undang" atau "tidak menggunakan kereta" apabila diminta memberi pandangan tentang langkah-langkah mengatasi pelepasan karbon ke udara.

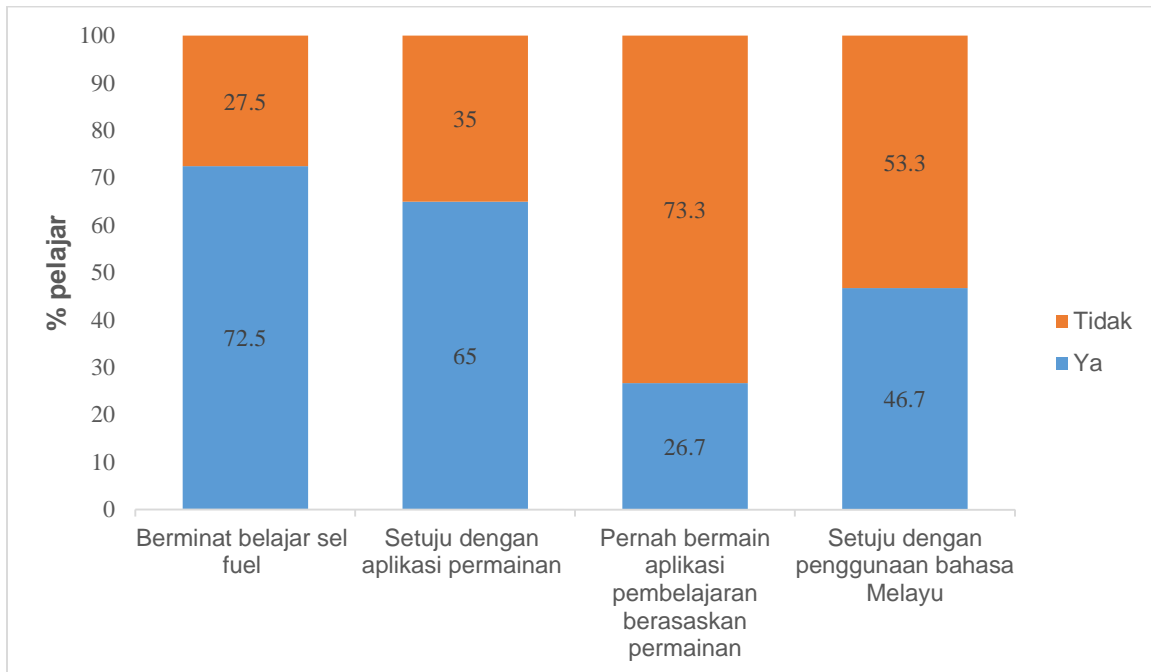


Rajah 2: Pengetahuan pelajar tentang sel fuel dan kesedaran pelepasan rendah karbon

Analisis data yang ditunjukkan dalam Rajah 3 menunjukkan 72.5 % pelajar menyatakan keinginan mereka untuk mempelajari sel fuel. Antara sebab yang dinyatakan ialah pelajar ingin menimba ilmu pengetahuan yang baru. Namun terdapat juga pelajar yang tidak menunjukkan minat untuk mempelajari sel fuel kerana menganggap sel fuel adalah topik yang sukar untuk difahami. Sebanyak 65% pelajar didapati bersetuju dan dapat menerima penggunaan aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sebagai alat bantu mengajar bagi modul pembelajaran sel fuel. Ini adalah kerana mereka mahukan proses pembelajaran sel fuel dalam keadaan seronok dan tidak membosankan.

Apabila ditanyakan kepada pelajar tentang pengalaman mereka bermain mana-mana aplikasi pembelajaran berasaskan permainan bagi topik-topik lain sebelum ini, didapati hanya 26.7% sahaja yang pernah bermain. Antara aplikasi yang dinyatakan adalah bagi subjek bahasa seperti "Word Cookies," "Brain Challenge," and "Frog Play". Apabila diselidik, kebanyakan pelajar ini adalah daripada SMK Seri Indah yang mana pelajar ini telah mendapat pendedahan daripada guru-guru mereka dengan menggunakan telefon pintar semasa sesi pengajaran dan pembelajaran secara formal di sekolah tersebut. Sebaliknya, 73.3% pelajar didapati tidak pernah bermain mana-mana aplikasi pembelajaran berasaskan permainan kerana kurangnya pendedahan di sekolah serta kekangan penggunaan telefon di rumah masing-masing.

Selain daripada itu, 46.7% pelajar bersetuju menggunakan bahasa Melayu sebagai bahasa pengantar bagi aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sel fuel. Ini adalah kerana, pelajar yang bersetuju ini majoritinya berbangsa Melayu berpandangan bahawa pengetahuan sel fuel yang ingin disampaikan adalah lebih mudah difahami sekiranya penggunaan bahasa Melayu digunakan. Walau bagaimanapun, 53.3% pelajar lebih berpihak kepada penggunaan bahasa Inggeris sebagai bahasa pengantar kerana bahasa ini adalah bahasa yang sering digunakan dalam kebanyakan aplikasi permainan yang bersifat komersial.



Rajah 3: *Penerimaan pelajar terhadap aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sel fuel*

2.3. Perbincangan

Berdasarkan data analisis kajian tinjauan ini, didapati bahawa masih kurang pendedahan tentang pengetahuan sel fuel serta kesedaran terhadap pelepasan rendah karbon. Oleh itu, menjadi satu keperluan bagi memberi pendedahan awal tentang pengetahuan sel fuel terhadap para pelajar. Ini adalah kerana dijangka bahawa para pelajar ini adalah merupakan generasi muda yang akan menjadi pengguna berpotensi bagi teknologi sel fuel ini pada masa akan datang (Hardman et al. 2017; Reijalt 2010).

Walaupun terdapat pendedahan terhadap punca pencemaran udara terhadap persekitaran seperti yang diterangkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) bagi subjek Sains Tingkatan 1 topik "Udara", namun masih terdapat jurang terhadap tahap kesedaran pelajar tentang pelepasan rendah karbon. Sehubungan dengan itu, isi kandungan bagi modul pembelajaran sel fuel yang akan dibangunkan juga boleh menekankan tentang kesedaran alam sekitar, terutamanya mengenai isu pelepasan rendah karbon. Diharapkan melalui pembelajaran sel fuel ini, pelajar juga boleh mengaplikasikan pengetahuan tentang teknologi ini agar dapat menjana idea baru bagi mengurangkan pelepasan rendah karbon dalam kehidupan seharian mereka.

Selain daripada itu, pelajar menunjukkan tahap penerimaan yang baik oleh pelajar kumpulan sasaran bagi penggunaan aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sebagai alat bantu mengajar dalam modul pembelajaran sel fuel. Penggunaan pendekatan pembelajaran berbantuan teknologi ini dilihat seiring dengan kehendak pelajar kerana mereka ini adalah antara generasi yang sering menggunakan telefon pintar dalam kehidupan seharian (All et al. 2016). Berdasarkan kelebihan dan kekuatan penggunaan telefon pintar yang sedia ada, ini boleh dimanfaatkan bagi membantu memudahkan dalam proses pembelajaran sel fuel.

Walaupun dapatan analisis kajian tinjauan ini menunjukkan bahawa majoriti pelajar memilih menggunakan bahasa Inggeris sebagai bahasa pengantar dalam aplikasi pembelajaran berasaskan permainan sel fuel ini, namun pembangunan modul pembelajaran sel fuel ini akan menggunakan bahasa Melayu sepenuhnya. Ini berdasarkan bahawa Bahasa Melayu adalah merupakan bahasa kebangsaan dan kini digunakan sebagai bahasa standard dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) bagi subjek Sains. Penggunaan bahasa Melayu juga adalah sesuai bagi memudahkan pemahaman tentang teknologi sel fuel kerana ia merupakan bahasa yang sering diamalkan dalam proses pengajaran dan pembelajaran di sekolah.

3. RUMUSAN

Perbincangan daripada analisis kajian literatur telah menjelaskan tentang keperluan yang mendesak untuk memberi pendedahan kepada generasi muda tentang bidang teknologi multidisiplin, terutamanya teknologi karbon rendah dan karbon sifar seperti sel fuel, serta kesedaran terhadap isu alam sekitar. Ini juga bertujuan untuk memenuhi keperluan tenaga pakar negara sekali gus meningkatkan kesedaran mereka terhadap kepentingan menjaga alam sekitar kerana generasi muda ini diyakini akan menjadi pengguna berpotensi teknologi ini pada masa akan datang. Satu kajian tinjauan telah dilakukan melibatkan responden kajian sebanyak 120 orang pelajar tingkatan 2 yang berumur 14 tahun daripada 3 buah sekolah terpilih di sekitar Selangor. Hasil daripada dapatan kajian jelas menunjukkan bahawa terdapat jurang pengetahuan sel fuel dan kurangnya kesedaran responden terhadap isu pelepasan rendah karbon. Namun begitu, respon positif dari segi penerimaan yang baik dan minat yang tinggi diberikan oleh pelajar terhadap penggunaan aplikasi mudah alih sebagai alat dalam pendekatan pembelajaran berasaskan permainan bagi memastikan proses pembelajaran sel fuel dalam keadaan seronok dan tidak membosankan. Pembangunan modul pembelajaran sel fuel ini juga perlu menerapkan tentang asas pengetahuan teknologi sel fuel dan kelebihannya sebagai teknologi tenaga alternatif dalam mengurangkan pelepasan karbon ke udara. Melalui aplikasi pembelajaran berasaskan

permainan ini, pelajar juga diharap akan dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang teknologi sel fuel dan kesedaran mengenai isu alam sekitar dalam kehidupan seharian mereka.

RUJUKAN

Academy of Science Malaysia. (2017). *The Blueprint for Fuel Cell Industries in Malaysia*:

Al-Amin, A. Q., Ambrose, A. F., Masud, M. M. & Azam, M. N. (2016). People Purchase Intention Towards Hydrogen Fuel Cell Vehicles: An Experiential Enquiry in Malaysia. *International Journal of Hydrogen Energy* 41(4): 2117-2127.

Ali, A. & Mahamod, Z. (2017). Analisis Keperluan Terhadap Pengguna Sasaran Modul Pendekatan Berasaskan Bermain Bagi Pengajaran Dan Pembelajaran Kemahiran Bahasa Kanak-Kanak Prasekolah. *JuKu: Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik* 3(1): 1-8.

All, A., Castellar, E. P. N. & Van Looy, J. (2016). Assessing the Effectiveness of Digital Game-Based Learning: Best Practices. *Computers & Education* 92(90-103).

Curtin, S., Gangi, J. & Benjamin, T. G. (2016). *Business Case for Fuel Cells 2016*. Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).

Darussalam, G. & Hussin, S. (2016). *Metodologi Penyelidikan Dalam Pendidikan*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya. ISSN 2222-6990.

Daud, W. R. W. (2006). Hydrogen Economy: Perspective from Malaysia. *International Seminar on the Hydrogen Economy for Sustainable Development, Reykjavik, Iceland*, 33.657-650.307.

Eleventh Malaysia Plan. (2015). *Eleventh Malaysia Plan (2016-2020)*. Anchoring growth on people. Kuala Lumpur, Malaysia: Publishers

Elmer, T., Worall, M., Wu, S. & Riffat, S. B. (2015). Fuel Cell Technology for Domestic Built Environment Applications: State of-the-Art Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42(913-931).

- Figueiredo, M. & Bidarra, J. (2015). The Development of a Gamebook for Education. *Procedia Computer Science* 67(322-331).
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M.-C., Seguí, I. & Rando, N. (2013). Evaluation of Learning Outcomes Using an Educational Iphone Game Vs. Traditional Game. *Computers & Education* 64(1-23).
- Girard, C., Ecalle, J. & Magnan, A. (2013). Serious Games as New Educational Tools: How Effective Are They? A Meta-Analysis of Recent Studies. *Journal of Computer Assisted Learning* 29(3): 207-219.
- Hardman, S., Shiu, E., Steinberger-Wilckens, R. & Turrentine, T. (2017). Barriers to the Adoption of Fuel Cell Vehicles: A Qualitative Investigation into Early Adopters Attitudes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 95(166-182).
- Hssina, B., Erritali, M., Bouikhalene, B. & Merbouha, A. (2014). Edugame an Android Game for Teaching Children. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 9(4): 1531.
- Hussain, S. Y. S., Tan, W. H. & Idris, M. Z. (2014). Digital Game-Based Learning for Remedial Mathematics Students: A New Teaching and Learning Approach in Malaysia. *International Journal of Multimedia Ubiquitous Engineering* 9(11): 325-338.
- Hwang, G. J. & Wu, P. H. (2012). Advancements and Trends in Digital Game-Based Learning Research: A Review of Publications in Selected Journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology* 43(1): E6-E10.
- Jacobs, I. (2013). Modernizing Education and Preparing Tomorrow's Workforce through Mobile Technology. *i4j Summit* 2013(2).
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025. Online)(www. moe. gov. my). Kementerian Pendidikan Malaysia.

- Khor, C. S. & Lalchand, G. (2014). A Review on Sustainable Power Generation in Malaysia to 2030: Historical Perspective, Current Assessment, and Future Strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29(952-96).
- Kurkovsky, S. (2013). Mobile Game Development: Improving Student Engagement and Motivation in Introductory Computing Courses. *Computer Science Education* 23(2): 138-157.
- Lay, A.-N. & Osman, K. (2018). Developing 21st Century Chemistry Learning through Designing Digital Games. *Journal of Education in Science, Environment and Health* 4(1): 81-92.
- Lee, T. & Osman, K. (2014). Development of Interactive Multimedia Module with Pedagogical Agent (Immpa) in the Learning of Electrochemistry: Needs Assessment. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 7(18): 3725-3732.
- Malaysia Ministry of Education (2003). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Science Form 3*. Centre, C. D. Putrajaya, Selangor, Malaysia Ministry of Education, .
- Malaysia Ministry of Education (2003). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Science Form 4*. Centre, C. D. Putrajaya, Selangor, Malaysia Ministry of Education, .
- Malaysia Ministry of Education (2006). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Chemistry Form 5*. Education, M. M. O. Putrajaya, Malaysia Ministry Of Education.
- Malaysia Ministry of Education (2006). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Science Form 4*. Centre, C. D. Putrajaya, Selangor, Malaysia Ministry of Education, .
- Malaysia Ministry of Education (2006). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Science Form 5*. Centre, C. D. Putrajaya, Selangor, Malaysia Ministry of Education 1.
- Malaysia Ministry of Education (2012) *Integrated Curriculum for Secondary Schools Chemistry Form 4*. Division, C. D. Putrajaya, Malaysia Ministry Of Education

Malaysia Ministry of Education (2015). *Standard Curriculum for Secondary Schools Science Form 1*. Division, C. D. Putrajaya, Malaysia Ministry Of Education.

Malaysian Communications and Multimedia Commission. (2015). *Handphone User Survey 2014*. Malaysian Communications and Multimedia Commission.

Martin, F. & Ertzberger, J. (2013). Here and Now Mobile Learning: An Experimental Study on the Use of Mobile Technology. *Computers & Education* 68(76-85).

Norkhaidi, S. B., Mahat, H., Hashim, M., Nayan, N. & Saleh, Y. (2017). Literasi Karbon Dalam Kalangan Pelajar Sekolah Menengah Rendah: Kajian Kes Di Wilayah Persekutuan Putrajaya. *Sains Humanika* 9(2):

Nowotny, J., Bak, T., Chu, D., Fiechter, S., Murch, G. E. & Veziroglu, T. N. (2014). Sustainable Practices: Solar Hydrogen Fuel and Education Program on Sustainable Energy Systems. *International Journal of Hydrogen Energy* 39(9): 4151-4157.

Pesare, E., Roselli, T., Corriero, N. & Rossano, V. (2016). Game-Based Learning and Gamification to Promote Engagement and Motivation in Medical Learning Contexts. *Smart Learning Environments* 3(1): 5.

Petinrin, J. & Shaaban, M. (2015). Renewable Energy for Continuous Energy Sustainability in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50(967-981).

Reijalt, M. (2010). Hydrogen and Fuel Cell Education in Europe: From When? And Where? To Here! And Now! *Journal of Cleaner Production* 18(S112-S117).

Sulaiman, N., Hannan, M., Mohamed, A., Majlan, E. & Daud, W. W. (2015). A Review on Energy Management System for Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle: Issues and Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 52(802-814).

Tlili, A., Essalmi, F. & Jemni, M. (2016). Improving Learning Computer Architecture through an Educational Mobile Game. *Smart Learning Environments* 3(1): 7.

- Waiyakoon, S., Khlaisang, J. & Koraneekij, P. (2015). Development of an Instructional Learning Object Design Model for Tablets Using Game-Based Learning with Scaffolding to Enhance Mathematical Concepts for Mathematic Learning Disability Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 174(1489-1496).
- Xu, Q., Zhang, F., Xu, L., Leung, P., Yang, C. & Li, H. (2017). The Applications and Prospect of Fuel Cells in Medical Field: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67(574-580).
- Yap, W.-L., Neo, M. & Neo, T.-K. (2016). Transforming from Conventional Teaching Environment to Learner-Centred Teaching Environment with the Use of Interactive Multimedia Module in Tertiary Education. *Proceedings of the International Conference on e-Learning* :147-156.
- Yong, S. T., Harrison, I. & Gates, P. (2016). Using Digital Games to Learn Mathematics—What Students Think? *International Journal of Serious Games* 3(2): 13-28.
- Yue, W. S. & Abdullah, M. R. (2015). The Motivation Design Model and Acceptance Testing Analysis of Digital Game-Based Learning (Dgbl) Software. *2015 7th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*: 668-672.